หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 6

บริการพิเศษและแนวทางการพัฒนา

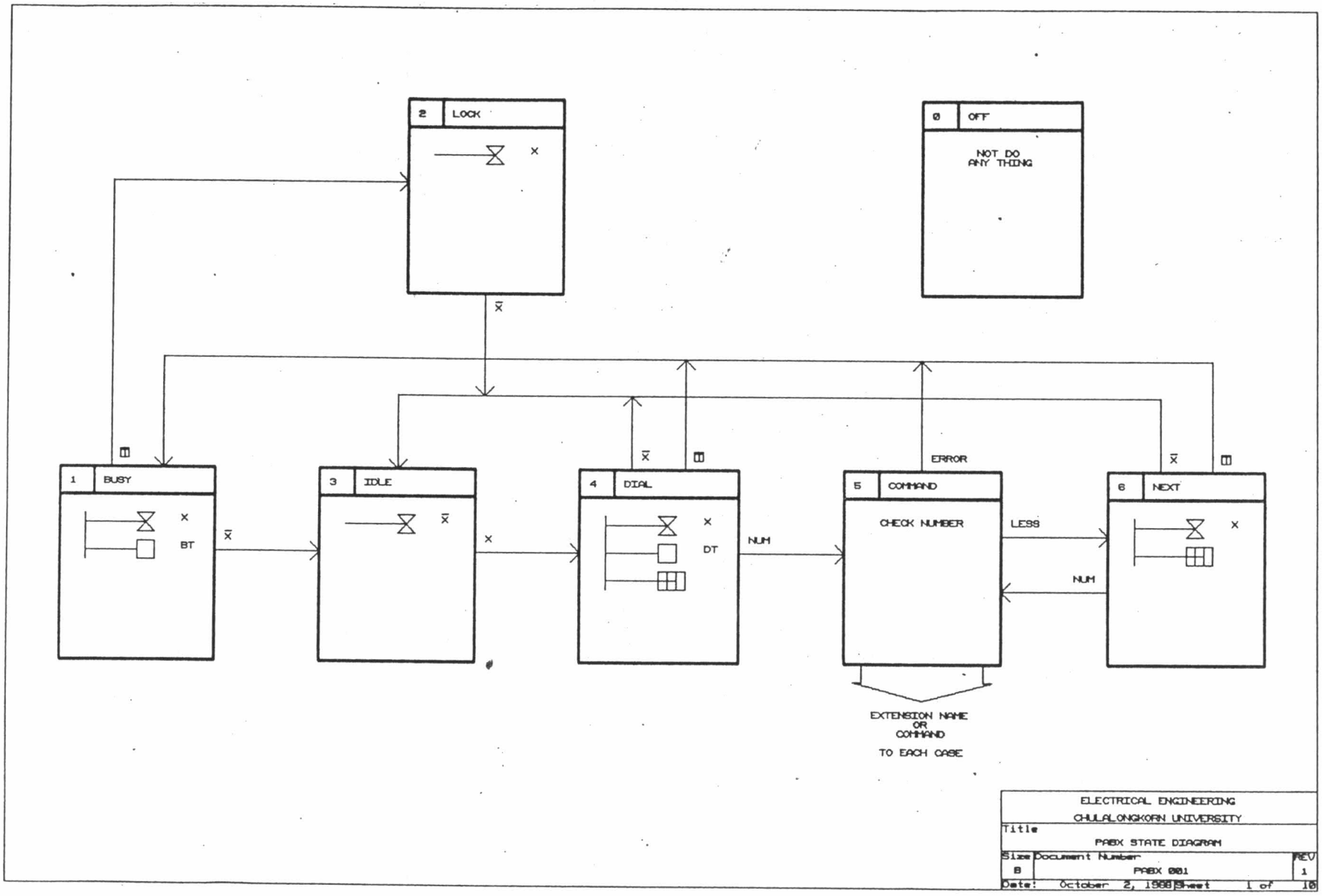
ในบทนี้จะกล่าวถึงแนวทาง ในการพัฒนาการทำงานของตู้สาขาโทรศัพท์ โดยจะใช้ไดอะแกรมสถานะ และภาษา STL เป็นเครื่องมือในการอธิบาย โดยในตอนแรก จะกล่าวถึงการทำงานพื้นฐานของตู้สาขาโทรศัพท์ จากนั้นจึงจะกล่าวถึงแนวทางในการปรับปรุงการทำงานของตู้สาขาโทรศัพท์ให้มีบริการพิเศษต่าง ๆ ต่อไป

6.1 ส่วนทำงานพื้นฐาน

การทำงานของตู้สาขาโทรศัพท์ที่จะอธิบายในต่อไปนี้ จะเป็นการทำงานตั้งแต่เครื่องรับโทรศัพท์ยกหูขึ้นมา หมุนเลข จนถึงจุดที่ทางตู้สาขาโทรศัพท์สามารถตีความหมายของตัวเลขที่ได้รับ ในส่วนนี้จะมีสถานะอยู่ 7 สถานะ

สถานะ 3 IDLE เป็นสถานะแรกสุดในการทำงาน ในสถานะนี้ เครื่องรับโทรศัพท์ยังวางหูอยู่ เงื่อนไขในการออกจากสถานะนี้ ก็คือโปรแกรมประจำสถานะพบว่า เครื่องรับโทรศัพท์ยกหูแล้ว โปรแกรมประจำสถานะจะทำการขอจองช่องสัญญาณเสียง 1 ช่อง และตัวรับตัวเลข ซึ่งจะเป็นแบบหมุน หรือแบบกดปุ่มตามแต่ชนิดของเครื่องรับโทรศัพท์ ถ้าจองได้แล้ว ก็จะทำการปรับสภาพของเครื่องรับโทรศัพท์ เพื่อที่จะเปลี่ยนสถานะไปอยู่สถานะที่ 4 DIAL ในสถานะที่ 4 DIAL นั้นเป็นสถานะรอรับเลขตัวแรก ซึ่งเครื่องรับโทรศัพท์จะได้รับสัญญาณหน้าปัด (DIAL TONE) ดังนั้น สิ่งที่ต้องทำก็คือ ทำการต่อเครื่องรับโทรศัพท์เข้ากับช่องสัญญาณเสียงที่จองมาได้ แล้วส่งสัญญาณ DIAL TONE เข้าไปในช่องสัญญาณเสียงนั้น และทำการต่อตัวรับเลขเข้าไปด้วย จากนั้นจึงเปลี่ยนสถานะไปยังสถานะที่ 4 DIAL

เพื่อไม่ให้การบรรยายการทำงานเยิ่นเย้อจนเกินไป ในการอธิบายการทำงานในสถานะต่อไป จะละเว้นไม่กล่าวถึงสิ่งที่จะต้องทำในการปรับสภาพของเครื่องรับโทรศัพท์ ให้ตรงกับสถานะใหม่ที่จะไป (หรืออาจกล่าวถึงเพียงเฉพาะส่วนที่สำคัญเท่านั้น) โดยจะบอกแต่เพียงว่าจะเปลี่ยนสถานะไปยังสถานะใดเท่านั้น หากต้องการรู้การทำงานโดยละเอียดสามารถ



รูป 6.1 ไดอะแกรมสถานะของส่วนทำงานพื้นฐาน

ดูได้จากโปรแกรมภาษา STL ที่ให้มาด้วย

สถานะ 4 DIAL ในสถานะนี้ เครื่องรับโทรศัพท์ยกหูอยู่ และได้รับสัญญาณเสียง DIAL TONE เงื่อนไขในการเปลี่ยนสถานะมีอยู่ 3 เงื่อนไข คือ

1. ถ้าเครื่องรับโทรศัพท์วางหู จะกลับไปยังสถานะ 3 IDLE

2. ถ้าผู้ใช้โทรศัพท์หมุนหรือ กดปุ่มตัวเลขเข้ามา โปรแกรมประจำสถานะจะเก็บตัวเลขที่ได้รับไว้ในตัวแปร $NUMBER แล้วจะไปยังสถานะ 5 COMMAND เพื่อตรวจสอบตัวเลขนั้นว่ามีความหมายเป็นอย่างไร

3. กรณีที่ผู้ใช้โทรศัพท์อยู่เฉย ๆ ไม่ยอมส่งตัวเลขมาเป็นเวลานาน จะเกิดสภาวะ TIME OUT ขึ้น ในกรณีนี้จะไปยังสถานะ 1 BUSY

สถานะ 5 COMMAND ในสถานะนี้ จะทำการตรวจสอบตัวเลขที่ผู้ใช้โทรศัพท์หมุนเข้ามา ซึ่งอยู่ในตัวแปร $NUMBER ว่าตรงกับเบอร์ของเครื่องรับโทรศัพท์ หรือ รหัสในการขอใช้บริการพิเศษใดหรือไม่ ผลการตรวจสอบตัวเลขใน $NUMBER เป็นไปได้ 4 กรณีคือ

1. เป็นเบอร์ของเครื่องรับโทรศัพท์ จะนำหมายเลขของโทรศัพท์นั้นใส่ในตัวแปร $EX แล้วไปยังสถานะ 10 CALL_EX เพื่อดำเนินการโทรภายในต่อไป

2. กรณีตัวเลขใน $NUMBER ตรงกับรหัสคำสั่งที่ใช้ในการเรียกใช้บริการพิเศษ ในกรณีนี้ จะทำการเปลี่ยนสถานะไปยังสถานะตามการให้บริการพิเศษนั้น เช่น กรณีตรงกับคำสั่งโทรออก ก็จะไปยังสถานะ 20 CALL_CO เพื่อดำเนินการสำหรับการโทรออก เป็นต้น

3. กรณีที่ตัวเลขใน $NUMBER ไม่ตรงกับเบอร์โทรศัพท์ หรือคำสั่งใด ๆ เลย จะไปยังสถานะที่ 1 BUSY TONE

4. กรณีที่ตัวเลขยังไม่พอที่จะตัดสินใจ เนื่องจากยังมีจำนวนหลักไม่พอ ในกรณีนี้จะไปยังสถานะ 6 NEXT เพื่อรอรับตัวเลขต่อไป

เพื่อที่จะให้เข้าใจถึงการตรวจสอบตัวเลข จะขอยกตัวอย่างโดยสมมติว่ามีเครื่องรับโทรศัพท์อยู่ 4 เครื่อง และรหัสคำสั่ง 2 คำสั่ง ดังนี้

เบอร์โทรศัพท์	เครื่องที่ 0	20
	1	21
	2	345
	3	4
คำสั่ง	โทรออก	9
	จองสาย	72

ถ้าตัวเลขที่ได้รับ เป็นเลข 1 5 6 หรือ 8 ย่อมจะบอกได้ว่าไม่ตรงกับเบอร์ หรือคำสั่งใด ๆ เลย และถ้าตัวเลขที่ได้รับเป็น 4 หรือ 9 ก็จะตรงกับเบอร์โทรศัพท์เครื่องที่ 3 และคำสั่งโทรออกตามลำดับ แต่ถ้าตัวเลขที่ได้รับนั้นเป็นเลข 2 3 หรือ 7 จะยังไม่สามารถบอกได้ว่าตรงกับเบอร์โทรศัพท์หรือคำสั่งใดหรือไม่ จะต้องดูเลขหลักต่อไปด้วย

สถานะ 6 NEXT ในสถานะนี้จะรอรับเลขตัวต่อไป จากผู้ใช้โทรศัพท์ เงื่อนไขในการเปลี่ยนสถานะมีอยู่ 3 เงื่อนไข คือ

1. ถ้ามีการ หมุน หรือ กดปุ่ม ตัวเลขเข้ามา จะนำตัวเลขนั้นใส่เติมลงไปในตัวแปร $NUMBER แล้วกลับไปยังสถานะ 5 COMMAND เพื่อทำการตรวจสอบตัวเลขใหม่อีกครั้ง
2. ถ้าวางหูโทรศัพท์ก็จะกลับไปยังสถานะ 3 IDLE
3. ถ้าอยู่ในสถานะนี้นานจนเกิด TIME OUT ก็จะไปยังสถานะ 1 BUSY

สถานะ 0 CALLED หรือ OFF เป็นสถานะที่ไม่มีการทำงาน และไม่มีการเปลี่ยนสถานะ นั่นคือ เครื่องรับโทรศัพท์ที่อยู่ในสถานะนี้จะ อยู่ในสถานะนี้ตลอดไป สาเหตุที่ต้องมีสถานะนี้ ก็เนื่องมาจากความจำเป็น 2 ประการ

ประการที่แรก เพื่อเป็นสถานะให้กับเครื่องรับโทรศัพท์ที่ไม่ใช้งาน เช่น ในกรณีที่มีการต่อโทรศัพท์มาใช้ไม่ครบจำนวนจุดต่อที่ตู้สาขาโทรศัพท์มีไว้ให้ จุดต่อโทรศัพท์ที่ไม่มีการใช้งานนั้นจะอยู่ในสถานะ 0 OFF นี้

ความจำเป็นอีกประการหนึ่งคือ สำหรับใช้ในกรณีที่เครื่องรับโทรศัพท์เครื่องนี้ถูกควบคุมโดยโทรศัพท์เครื่องอื่น เช่น การโทรศัพท์จากเครื่องรับโทรศัพท์เครื่องหนึ่งไปยังเครื่องรับ

โทรศัพท์อีกเครื่องหนึ่ง จะให้เครื่องรับโทรศัพท์เครื่องต้นทางทำหน้าที่ควบคุมการทำงานของเครื่องรับโทรศัพท์ทั้งสองเครื่อง ดังนั้นเพื่อให้เครื่องรับโทรศัพท์ปลายทางหยุดทำงานชั่วคราว โทรศัพท์เครื่องต้นทางจะทำการเปลี่ยนสถานะของเครื่องปลายทางให้เป็น สถานะ 0 CALLED นี้ และเมื่อโทรศัพท์เครื่องต้นทางจะปล่อย เครื่องรับโทรศัพท์ที่ถูกควบคุมให้กลับเป็นอิสระ ก็ทำได้โดยทำการเปลี่ยนสถานะของเครื่องรับโทรศัพท์ที่ถูกควบคุมนั้น ให้กลับไปอยู่สถานะเดิม

เพื่อที่จะสามารถรู้ได้ว่า เครื่องรับโทรศัพท์ที่อยู่ในสถานะ 0 CALLED นี้ ถูกควบคุมโดยเครื่องรับโทรศัพท์เครื่องใด จะใช้ตัวแปร $EX เก็บหมายเลขของเครื่องรับโทรศัพท์ที่มาควบคุมมันอยู่ ซึ่งจะมีประโยชน์ในการรับสายแทน ซึ่งจะกล่าวถึงในภายหลัง

สถานะ 1 BUSY สถานะนี้ เครื่องรับโทรศัพท์ยังยกหูอยู่ และได้รับสัญญาณสายไม่ว่าง (BUSY TONE) สถานะนี้เป็นสถานะที่สำคัญสถานะหนึ่ง เมื่อผู้ใช้โทรศัพท์ใช้ผิดขั้นตอนหรือไม่ทำตามขั้นตอนภายในเวลาที่กำหนด เครื่องรับโทรศัพท์นั้นจะถูกกำหนดให้มาที่สถานะนี้ เงื่อนไขในการออกจากสถานะนี้ ก็คือ

1. ถ้าเครื่องรับโทรศัพท์วางหูจะไปยังสถานะ 3 IDLE

2. หรือถ้าอยู่ในสถานะนี้นาน ๆ โดยไม่ยอมวางหูจนเกิด TIME OUT ก็จะทำการตัดสัญญาณเสียงของเครื่องรับโทรศัพท์ออกจากช่องสัญญาณเสียง และทำการคืนช่องสัญญาณเสียงให้กับระบบ แล้วเปลี่ยนสถานะไปอยู่สถานะ 2 LOCK

สถานะ 2 LOCK ในสถานะนี้ เครื่องรับโทรศัพท์ไม่ได้ต่ออยู่กับอะไรเลย แต่ยังยกหูอยู่ การที่มีสถานะนี้ก็เพื่อที่จะประหยัดการใช้งานช่องสัญญาณเสียง ถ้าให้เครื่องรับโทรศัพท์อยู่ในสถานะ 1 BUSY จนกว่าจะวางหูโดยไม่สนใจ TIME OUT ถ้าผู้ใช้โทรศัพท์ไม่ยอมวางหูหรือวางหูไม่สนิทแล้ว จะทำให้เปลืองช่องสัญญาณเสียงไปเส้นหนึ่ง การออกจากสถานะ 2 LOCK นี้ เมื่อผู้ใช้โทรศัพท์วางหูโทรศัพท์ก็จะกลับไปอยู่สถานะ 3 IDLE

6.2 การโทรภายใน

การทำงานพื้นฐานของตู้สาขาโทรศัพท์ที่กล่าวมาในตอนก่อนนั้น มาสิ้นสุดตรงที่ เมื่อโปรแกรมประจำสถานะ 5 COMMAND สามารถตีความหมายของตัวเลขที่ผู้ใช้โทรศัพท์หมุน หรือ

I17510946

กดปุ่มเข้ามา ว่าเป็นเบอร์ของเครื่องรับโทรศัพท์ หรือรหัสคำสั่งของใช้บริการพิเศษต่าง ๆ แล้วทำการเปลี่ยนสถานะไปยังสถานะที่ทำการให้บริการพิเศษนั้น

ในตอนนี้ จะกล่าวถึงกรณีที่ตัวเลขนั้น เป็นเบอร์ของเครื่องรับโทรศัพท์ภายใน โดยจะเริ่มต้นจากสถานะ 10 CALL_EX โดยมีรายละเอียดการทำงานดังนี้

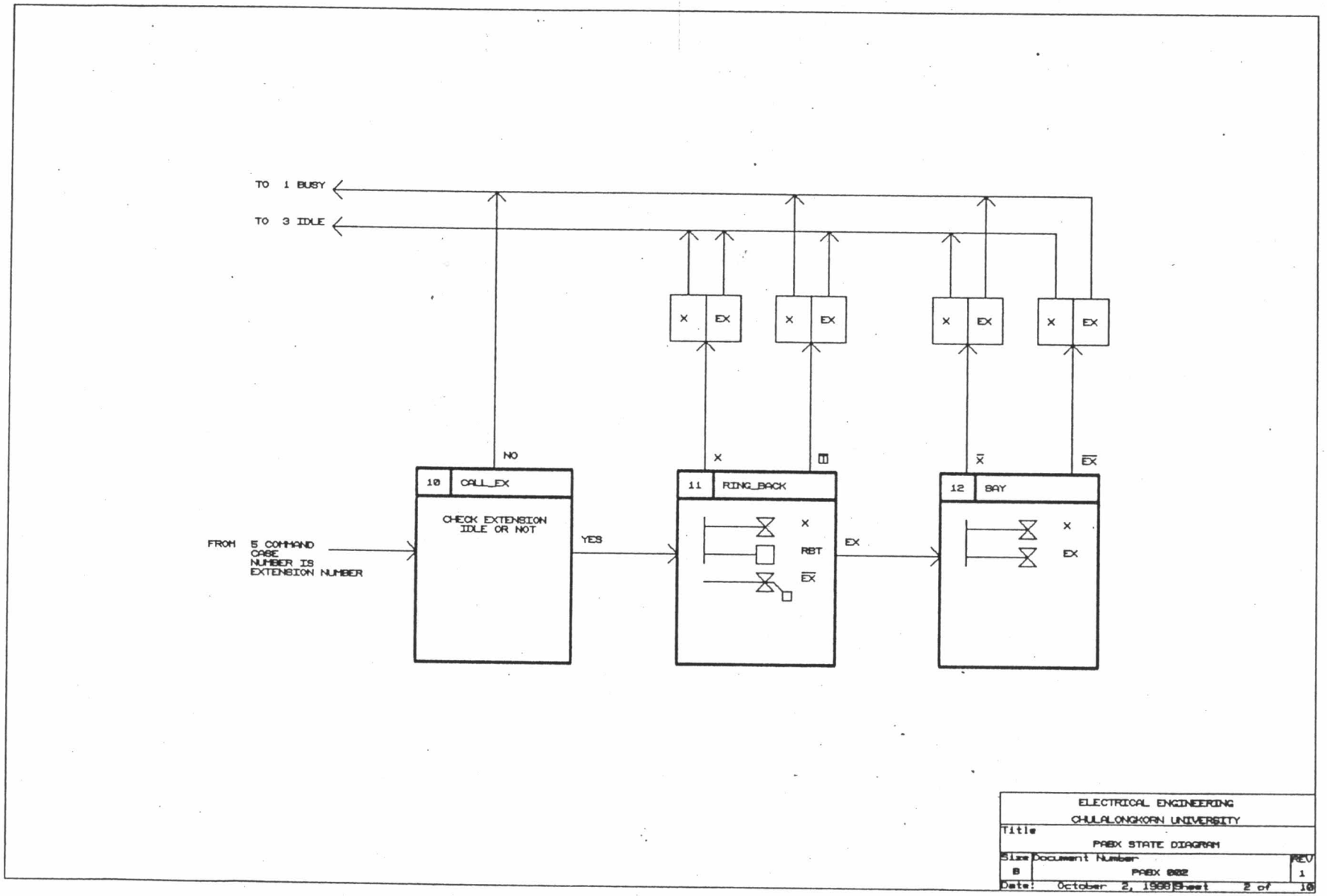
หลังจากที่ สถานะ 5 COMMAND ตรวจสอบตัวเลขที่ผู้ใช้หมุนเข้ามาแล้วพบว่าเป็นเบอร์ของเครื่องรับโทรศัพท์ โปรแกรมประจำสถานะ 5 COMMAND นั้น จะทำการเก็บหมายเลขของเครื่องรับโทรศัพท์ที่มีเบอร์ตรงกับตัวเลขเข้ามานั้นไว้ในตัวแปร $EX แล้วจะเปลี่ยนสถานะมายัง สถานะ 10 CALL_EX

ในสถานะ 10 CALL_EX นี้จะทำการตรวจสอบว่า เครื่องรับโทรศัพท์เครื่องที่ $EX หรือเครื่องรับโทรศัพท์ปลายทางนั้น ว่างอยู่หรือไม่ โดยดูจากตัวแปร $STATE ของเครื่องรับโทรศัพท์นั้น (คือตัวแปร $EX.$STATE ใน STL) ถ้ามีค่าเป็นสถานะ 3 IDLE แสดงว่าว่างอยู่ ถ้ามีค่าเป็นอย่างอื่นแสดงว่าไม่ว่าง

ถ้าว่างอยู่ ก็จะทำการควบคุมเครื่องรับโทรศัพท์เครื่องที่ $EX นั้นโดยการเปลี่ยนค่าของตัวแปร $STATE ของมันให้มีค่าเป็นสถานะ 0 CALLED ในขณะที่เครื่องต้นทางไปยังสถานะ 11 RING_BACK แต่ถ้ากรณี เครื่องรับโทรศัพท์ปลายทางไม่ว่าง จะไปยังสถานะ 1 BUSY

สถานะ 11 RING_BACK ในสถานะนี้ เครื่องรับโทรศัพท์จะได้รับสัญญาณรอรับสาย (RING BACK TONE) ผ่านทางช่องสัญญาณเสียงช่องที่ $ICM ในขณะที่เครื่องรับโทรศัพท์ปลายทาง (เครื่องรับโทรศัพท์ เครื่องที่ $EX) ซึ่งอยู่ในสถานะ 0 CALLED จะกำลังได้รับสัญญาณกระดิ่งอยู่ การตรวจสอบเงื่อนไขในสถานะนี้คือ

1. ถ้าโทรศัพท์เครื่องปลายทางถูกรับสาย จะทำการตัดสัญญาณกระดิ่ง และสัญญาณ RING BACK TONE แล้วทำการต่อเครื่องรับโทรศัพท์ทั้งสองเข้าหากัน โดยผ่านทางช่องสัญญาณเสียง (VOICE CHANNEL) ช่องที่ $ICM ที่จองไว้ ให้สามารถสนทนากันได้ แล้วจะเปลี่ยนสถานะไปยัง 12 SAY



รูป 6.2 ไดอะแกรมสถานะของการโทรภายใน

2. ถ้าโทรศัพท์เครื่องต้นทางถูกวางหู จะทำการปล่อยเครื่องรับโทรศัพท์ปลายทางไปยังสถานะ 3 IDLE แล้วโทรศัพท์เครื่องต้นทางนี้ก็จะไปยังสถานะ 3 IDLE เช่นเดียวกัน

3. ถ้าโทรศัพท์เครื่องปลายทางไม่มีผู้รับสายนานเกินเวลาที่กำหนดไว้ (จนเกิด TIME OUT) จะทำการปล่อยเครื่องรับโทรศัพท์ปลายทางกลับไปยังสถานะ 3 IDLE ในขณะที่โทรศัพท์เครื่องต้นทางจะไปยังสถานะ 1 BUSY

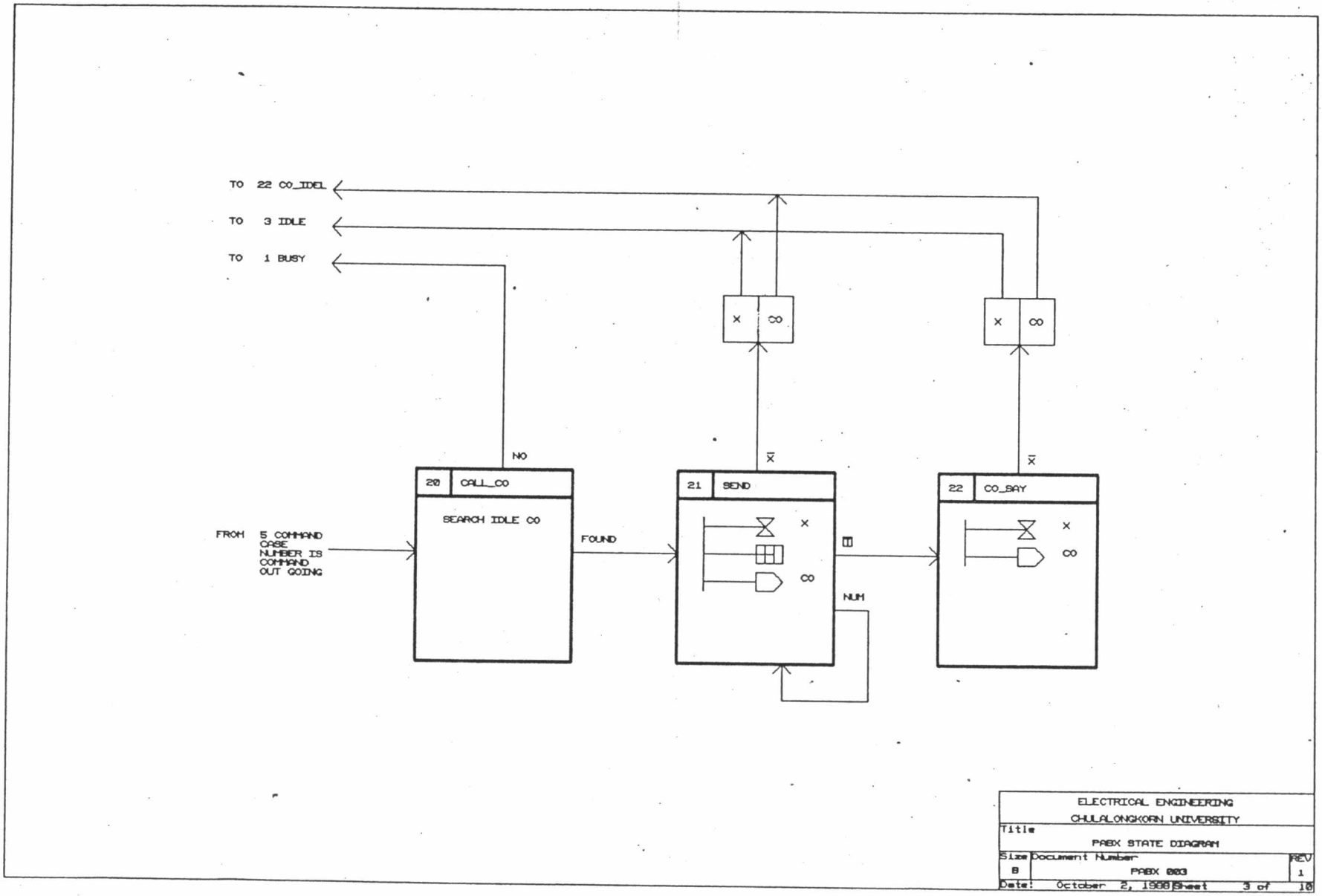
สถานะ 12 SAY ในสถานะนี้ เครื่องรับโทรศัพท์เครื่องที่พิจารณาอยู่ (หรือเครื่องที่ $X หรือเครื่องต้นทาง) กำลังเชื่อมต่อทางสัญญาณเสียงอยู่กับเครื่องรับโทรศัพท์ปลายทางเครื่องที่ $EX โดยผ่านทางช่องสัญญาณเสียงช่องที่ $ICM ทำให้ผู้ใช้โทรศัพท์ทั้งสองสามารถสนทนากันได้ เงื่อนไขในการออกจากสถานะนี้ คือ ถ้าเครื่องรับโทรศัพท์เครื่องใดเครื่องหนึ่งถูกวางหู เครื่องนั้นจะไปยังสถานะ 3 IDLE ในขณะที่เครื่องรับโทรศัพท์เครื่องที่ยังไม่ถูกวางหูจะไปยังสถานะ 1 BUSY

6.3 การทำงานกับสายนอก

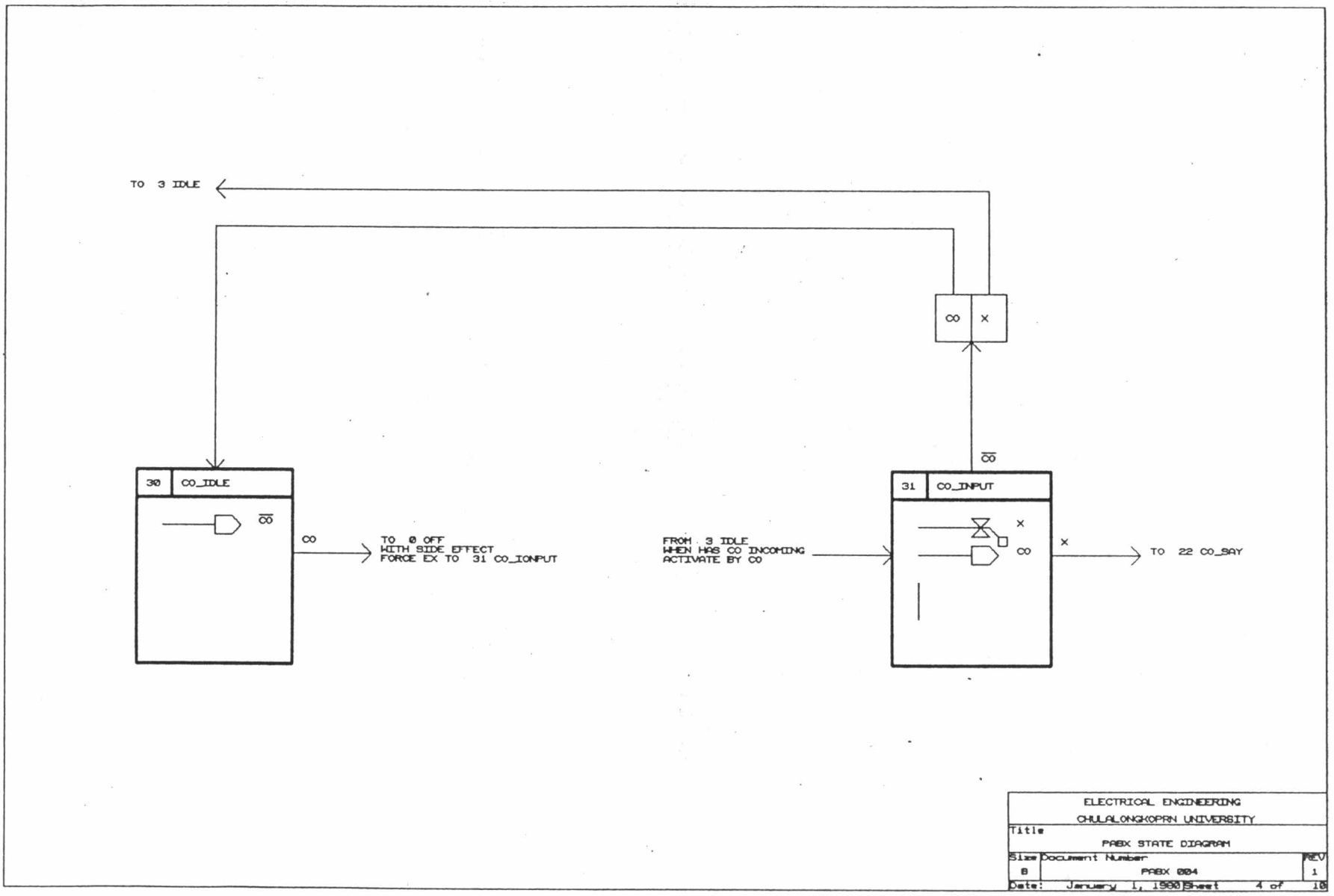
การทำงานกับสายนอกนั้น มีอยู่ 2 กรณีคือ การโทรออก และการเรียกเข้ามาจากสายนอก สำหรับการโทรออกนั้น เมื่อเครื่องรับโทรศัพท์ใด ๆ มีความต้องการที่จะโทรออก ก็อาจจะ ทำได้โดยทำการจองสายนอกที่ยังไม่มีการใช้งานมาสายหนึ่ง แล้วทำการโทรออกไปทางสายนอกนั้น หลังจากใช้งานเสร็จแล้ว ก็คืนกลับไปให้ระบบ โดยในโปรแกรมที่พัฒนาขึ้นมาใช้การจองสายนอกในทำนองเดียวกับกรณีจองเครื่องรับโทรศัพท์ปลายทางในการโทรภายใน

ในการเรียกเข้าจากสายนอก มีแนวทางที่จะทำ 2 วิธี คือ โดยการให้เครื่องรับโทรศัพท์ที่อยู่ในสถานะ 3 IDLE ทำการตรวจสอบว่ามีการเรียกเข้ามาทางสายนอกหรือไม่ ถ้ามี ก็ให้เครื่องรับโทรศัพท์นั้นทำการรับสายนอกที่เรียกเข้ามา แต่วิธีนี้มีข้อเสียก็คือ เครื่องรับโทรศัพท์แต่ละเครื่องต่างก็จะทำการตรวจสอบสายนอก ซึ่งจะเกิดการทำงานซ้ำซ้อน และยังไม่สามารถคาดการณ์ได้ว่า เมื่อสายนอกเรียกเข้ามาแต่ละครั้งนั้น จะไปติดที่เครื่องรับโทรศัพท์ใด วิธีการในการรับสายอีกวิธีหนึ่งซึ่งเลือกใช้ในโปรแกรมที่พัฒนาขึ้น คือ ให้สายนอกมีการทำงานแบบสถานะด้วย โดยตอนเริ่มต้นสายนอกจะถูกกำหนดให้อยู่ในสถานะ 30 CO_IDLE

สถานะ 30 CO_IDLE ในสถานะนี้ โปรแกรมประจำสถานะจะทำการตรวจสอบการ



รูป 6.3 ไดอะแกรมสถานะของการโทรออก



รูป 6.4 ไดอะแกรมสถานะของการรับสายนอก

เรียกเข้ามา ถ้าพบว่ามีการเรียกเข้ามา และมีช่องสัญญาณเสียงว่างอยู่ โปรแกรมก็จะทำการหาเครื่องรับโทรศัพท์ที่พร้อมจะรับสาย (เครื่องรับโทรศัพท์ที่อยู่ในสถานะ 3 IDLE) แล้วจะทำการกระตุ้นเครื่องรับโทรศัพท์เครื่องนั้นให้ไปอยู่ในสถานะ 31 CO_INPUT ซึ่งเป็นสถานะที่จะทำการรับสายนอก ในขณะที่สายนอกจะเปลี่ยนสถานะของตัวมันเองไปอยู่สถานะ 0 CALLED รอให้เครื่องรับโทรศัพท์ที่จะรับสายมาทำการควบคุมมันอีกที

สำหรับการทำงานในการโทรเข้าและโทรออก ของเครื่องรับโทรศัพท์นั้น สำหรับการโทรออก จะเริ่มต้นหลังจากที่โปรแกรมประจำสถานะ 5 COMMAND พบว่าตัวเลขที่หมุนเข้ามาเป็นคำสั่งโทรออกสายนอก แล้วทำการเปลี่ยน สถานะมายังสถานะ 20 CALL_CO

สถานะ 20 CALL_CO ในสถาะนี้ จะทำการหาสายนอกที่ว่าง ซึ่งก็คือสายนอกที่อยู่ในสถานะ 30 CO_IDLE ซึ่งจะมีผลอยู่ 2 กรณีคือ

1. กรณีที่ไม่มีสายนอกใดว่างเลย ทุกสายนอกถูกใช้งานหมด ในกรณีนี้จะไปยังสถานะ 1 BUSY

2. อีกกรณีหนึ่งคือ พบสายนอกที่ว่างอยู่ จะทำการจองสายนอกนั้น พร้อมกับเก็บหมายเลขของสายนอกนั้นไว้ในตัวแปร $CO สำหรับใช้อ้างอิงในสถานะต่อ ๆ ไป การจองสายนอกจะทำโดยการ เปลี่ยนสถานะของสายนอกนั้นให้เป็นสถานะ 0 CALLED แล้วไปสถานะ 21 SEND เพื่อทำการส่งตัวเลขต่อไป

สถานะ 21 SEND ในสถานะนี้ เครื่องรับโทรศัพท์ต่ออยู่กับสายนอกสายที่ $CO ซึ่งยกหูแล้ว และตัวรับตัวเลขตัวที่ $REG ผ่านทางช่องสัญญาณเสียงช่องที่ $ICM ผู้ใช้โทรศัพท์จะได้รับสัญญาณเสียง DIAL TONE จากสายนอก ซึ่งส่งมาจากองค์การโทรศัพท์ ในสถานะนี้โปรแกรมประจำสถานะจะรอรับตัวเลขจากผู้ใช้โทรศัพท์ โดยมีเงื่อนไขการเปลี่ยนสถานะคือ

1. เมื่อได้รับตัวเลขแล้ว จะทำการส่งตัวเลขนั้นออกไปยังสายนอก ด้วยวิธีการที่เหมาะสม แล้วจะไปยังสถานะ 21 SEND ซึ่งที่จริงก็คือสถานะเดิมนั่นเอง แต่ที่ต้องมีการเปลี่ยนสถานะ (ในภาษา STL ใช้คำสั่ง GOTO) ก็เพื่อที่จะทำการเริ่มจับเวลาที่อยู่ในสถานะใหม่ วิธีในการส่งตัวเลขมีดังนี้

เครื่องรับโทรศัพท์แบบ	สายนอกแบบ	วิธีการส่งตัวเลขออกไป
หมุน	หมุน	หมุน
หมุน	กดปุ่ม	กดปุ่ม
กดปุ่ม	หมุน	หมุน
กดปุ่ม	กดปุ่ม	ไม่ต้องส่ง

สำหรับกรณีที่ทั้งเครื่องรับโทรศัพท์ และสายนอกเป็นชนิดกดปุ่มทั้งคู่ โปรแกรมไม่ต้องส่งเลขให้ เพราะว่าการส่งเลขโดยการกดปุ่มนั้น จะส่งโดยสัญญาณเสียง (ในแบบ DTMF) ดังนั้นเสียงการกดปุ่มจะออกจากเครื่องรับโทรศัพท์ ผ่านช่องสัญญาณเสียงออกไปยังสายนอกได้เองแล้ว

2. ในสถานะนี้ ถ้าผู้ใช้โทรศัพท์วางหูก็จะกลับไปยังสถานะ 3 IDLE และทำการปล่อยสายนอกกลับไปสถานะ 30 CO_IDLE

3. ถ้าผู้ใช้ไม่หมุนหรือกดปุ่ม ตัวเลขภายในช่วงเวลาที่กำหนด จะถือว่าการส่งตัวเลขสิ้นสุดแล้ว จะคืนตัวรับเลขให้กับระบบแล้วไปยังสถานะ 22 CO_SAY

สถานะ 22 CO_SAY ในสถานะนี้ โทรศัพท์ต่ออยู่กับสายนอกสายที่ $CO ผ่านทางช่องสัญญาณเสียงช่องที่ $ICM ซึ่งผู้ใช้โทรศัพท์กำลังสนทนาอยู่กับสายนอก เงื่อนไขในการออกจากสถานะนี้คือ เมื่อเครื่องรับโทรศัพท์ถูกวางหู โปรแกรมประจำสถานะก็จะทำการปล่อยสายนอกกลับไปยังสถานะ 30 CO_IDLE

และสำหรับการทำงานของเครื่องรับโทรศัพท์ในการรับสายนอกนั้น จะเริ่มจากการที่เครื่องรับโทรศัพท์ถูกกระตุ้นจากสายนอกจากสถานะ 3 IDLE มายังสถานะ 31 CO_INPUT และสายนอกที่มากระตุ้นนั้นจะนำหมายเลขของมันใส่ไว้ในตัวแปร $CO ของเครื่องรับโทรศัพท์เพื่อให้รู้ว่าถูกกระตุ้นโดยสายนอกใด

สถานะ 31 CO_INPUT ในสถานะนี้ เครื่องรับโทรศัพท์วางหูอยู่ และได้รับสัญญาณกระดิ่งอันเนื่องมาจาก การเรียกเข้ามาจากสายนอกสายที่ $CO โปรแกรมประจำสถานะจะทำการตรวจเงื่อนไข 2 อันคือ

1. กรณีที่ เครื่องรับโทรศัพท์ถูกรับสาย จะหยุดส่งสัญญาณกระดิ่ง และทำการเชื่อม

ต่อสัญญาณเสียงระหว่างเครื่องรับโทรศัพท์กับสายนอก โดยผ่านทางช่องสัญญาณเสียงช่องที่ $ICM (ซึ่งทำการจองไว้ก่อนแล้วในสถานะ 30 CO_IDLE) แล้วไปยังสถานะ 22 CO_SAY

2. กรณีที่สัญญาณเรียกเข้ามาจากสายนอกหยุดลง ก็จะทำการปล่อยสายนอก กลับไปยังสถานะ 30 CO_IDLE ส่วนเครื่องรับโทรศัพท์ไปยังสถานะ 3 IDLE

6.4 บริการพิเศษ

บริการพิเศษต่าง ๆ ที่จะทำการพัฒนา มีดังต่อไปนี้ คือ

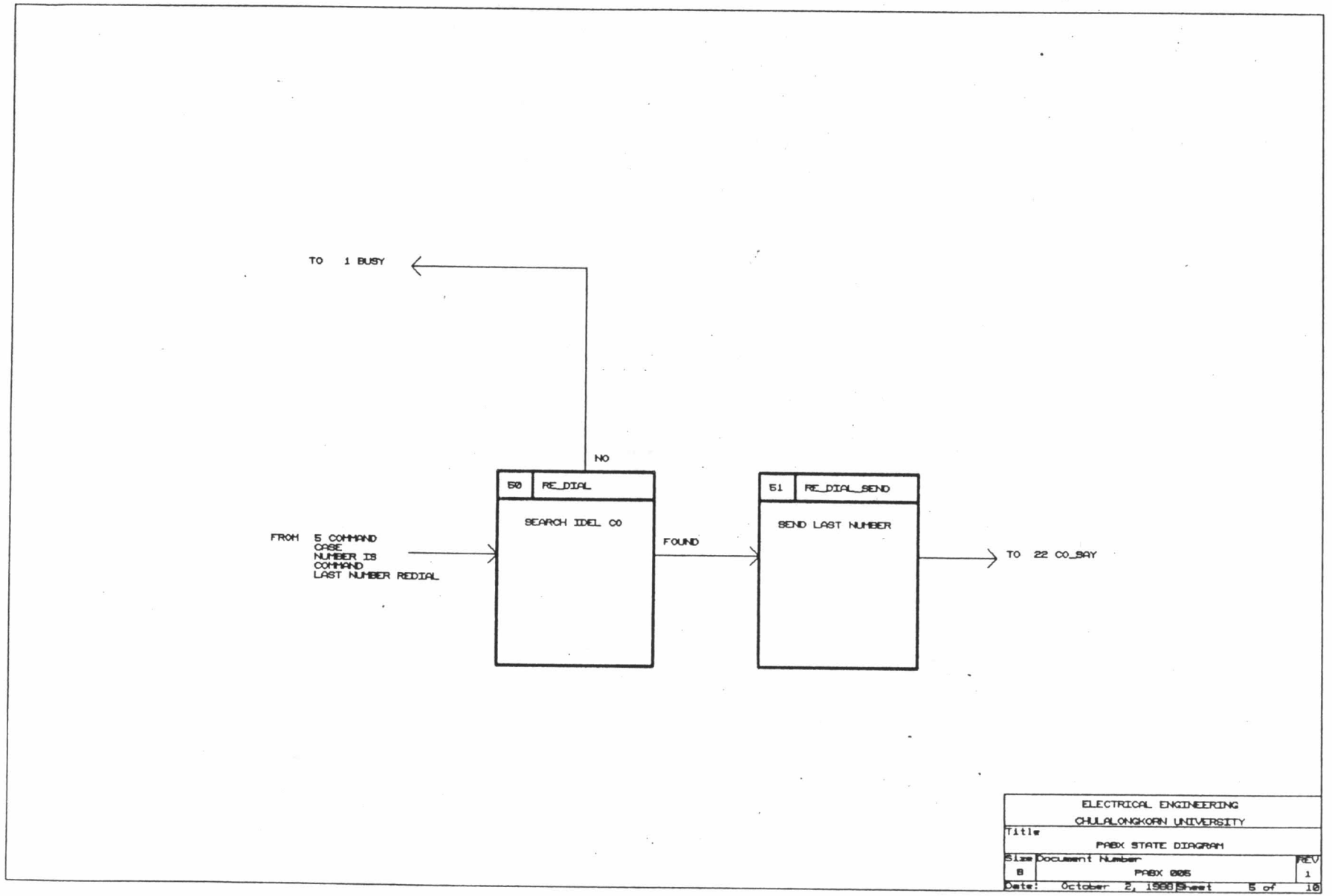
1. การโทรออกซ้ำเบอร์เดิม
2. การจองสายภายใน
3. การฝากสาย
4. การโอนสาย
5. การรับสายแทนกัน
6. การกำหนดขอบเขตในการใช้เครื่องรับโทรศัพท์

6.5 การโทรออกซ้ำเบอร์เดิม

การโทรออกซ้ำเบอร์เดิมนี้มีไว้สำหรับ ในกรณีที่หลังจากที่ทำการโทรออกแล้ว พบว่าเครื่องรับโทรศัพท์สายนอกปลายทาง เกิดสายไม่ว่าง ถ้าผู้ใช้โทรศัพท์ต้องการโทรออกไปยังเบอร์เดิมอีกนั้น สามารถทำได้โดยการวางหูเครื่องรับโทรศัพท์ แล้วยกขึ้นมาใหม่ แล้วทำการหมุน หรือกดปุ่มรหัสคำสั่งสำหรับการ โทรออกซ้ำเบอร์เดิม ตู้สาขาโทรศัพท์จะทำการโทรออกโดยจะทำการส่งตัวเลขเบอร์เดิมออกไปให้โดยอัตโนมัติ

แนวทางในการพัฒนาการโทรออกซ้ำเบอร์เดิมนี้ก็คือ ในการโทรออกแต่ละครั้ง จะต้องมีการจำตัวเลขที่หมุน หรือกดปุ่มออกไปยังสายนอก โดยกำหนดตัวแปร $LAST สำหรับใช้เก็บตัวเลขเหล่านั้น และในขั้นตอนของการโทรออก จะต้องมีการเก็บตัวเลขเข้าไปในตัวแปร $LAST โดยทำการเพิ่มเติมการทำงานลงในสถานะต่าง ๆ คือ

ในสถานะ 20 CALL_CO หลังจากที่หาสายนอกที่ว่างได้แล้ว ก่อนที่จะไปยังสถานะ 21 SEND ให้โปรแกรมประจำสถานะทำการล้างค่าเดิมในตัวแปร $LAST ทิ้งไปเพื่อเตรียมไว้



รูป 6.5 ไดอะแกรมสถานะของการโทรออกซ้ำเบอร์เดิม

ใส่เบอร์สายนอกเบอร์หลังสุด

และทำการเพิ่มเติมสถานะที่ 21 SEND ให้นำตัวเลขที่ได้รับจากผู้ใช้โทรศัพท์ใส่เติมลงไปในตัวแปร $LAST

ซึ่งการแก้ไขนี้ จะทำให้ทุกครั้งที่ทำการโทรออก เบอร์ที่โทรออกจะถูกเก็บอยู่ในตัวแปร $LAST ด้วย นอกจากนี้ยังต้องมีการทำงานส่วนที่ทำหน้าที่นำตัวเลขที่เก็บอยู่ในตัวแปร $LAST ไปทำการโทรออกซ้ำอีกครั้ง ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้ คือ

สถานะ 50 RE_DIAL สถานะนี้ จะมาจากสถานะ 5 COMMAND ในกรณีที่ตรวจพบว่า ตัวเลขที่ได้รับจากผู้ใช้เป็นรหัสของคำสั่งโทรออกซ้ำเบอร์เดิม การทำงานของโปรแกรมประจำสถานะ 50 RE_DIAL นี้จะทำการหาสายนอกที่ว่าง ในทำนองเดียวกับกรณีสถานะ 20 CALL_CO โดยถ้าพบสายนอกที่ว่าง จะทำการจอง และเข้าควบคุมสายนอกนั้นแล้วไปยังสถานะ 51 RE_DIAL_SEND และถ้าไม่พบสายนอกที่ว่างเลย ก็จะไปยังสถานะ 1 BUSY

สถานะ 51 RE_DIAL_SEND ในสถานะนี้ โปรแกรมประจำสถานะจะทำการส่งตัวเลขในตัวแปร $LAST ออกไปยังสายนอก ด้วยการหมุน หรือกดปุ่ม แล้วแต่ชนิดของสายนอก แล้วไปยังสถานะ 22 CO_SAY

6.6 การจองสายภายใน

การจองสายภายใน จะใช้ในกรณีที่ผู้ใช้โทรศัพท์โทรเรียกไปยังเครื่องรับโทรศัพท์ปลายทางแล้วพบว่า สายไม่ว่าง ก็สามารถจะขอจองสายนั้นจากตู้สาขาโทรศัพท์ได้ การขอจองสายนั้น มีแนวความคิดในการทำได้หลายวิธี

สำหรับโปรแกรมที่พัฒนาขึ้นนี้ เดิมได้กำหนดวิธีการจองสายดังนี้ คือ หลังจากที่พบว่าเครื่องรับโทรศัพท์ปลายทางไม่ว่างแล้ว ให้ผู้ใช้โทรศัพท์วางหู แล้วยกขึ้นมาใหม่ แล้วหมุนหรือกดปุ่ม รหัสตัวเลขของการขอจองสาย ตู้สาขาโทรศัพท์ก็จะทำการตอบรับโดยส่งสัญญาณตอบรับ (ACK TONE) กลับมาให้

แต่เนื่องจากการใช้งานโดยวิธีนี้ค่อนข้างยุ่งยาก ดังนั้น ในตอนหลังได้เปลี่ยนมาใช้วิธีใหม่คือ หลังจากที่ผู้ใช้โทรศัพท์พบว่าเครื่องรับโทรศัพท์ปลายทางไม่ว่าง ถ้าหากต้องการจองสาย ให้ผู้ใช้โทรศัพท์ทำการเคาะที่วางหูหนึ่งครั้ง แล้วตู้สาขาโทรศัพท์จะตอบรับกลับมาโดยการส่งสัญญาณ ACK TONE กลับมาให้

หลังจากนั้น เมื่อสายที่ต้องการว่างลง ตู้สาขาโทรศัพท์จะส่งสัญญาณกระดิ่งเรียกมายังผู้จอง เมื่อผู้จองยกหูโทรศัพท์ขึ้นมา ตู้สาขาโทรศัพท์จะทำการส่งสัญญาณเรียกไปยังเครื่องรับโทรศัพท์ปลายทางที่ถูกจอง ในขณะที่ทางผู้จองได้รับสัญญาณ RING BACK TONE กลับมา

ในการปรับปรุงการทำงานของตู้สาขาโทรศัพท์ให้มีความสามารถจองสายได้นั้น จะต้องทำการแก้ไข และเพิ่มเติมการทำงานในสถานะต่าง ๆ โดยจะกล่าวถึงการทำการจองสายก่อน โดยมีรายละเอียดดังนี้คือ

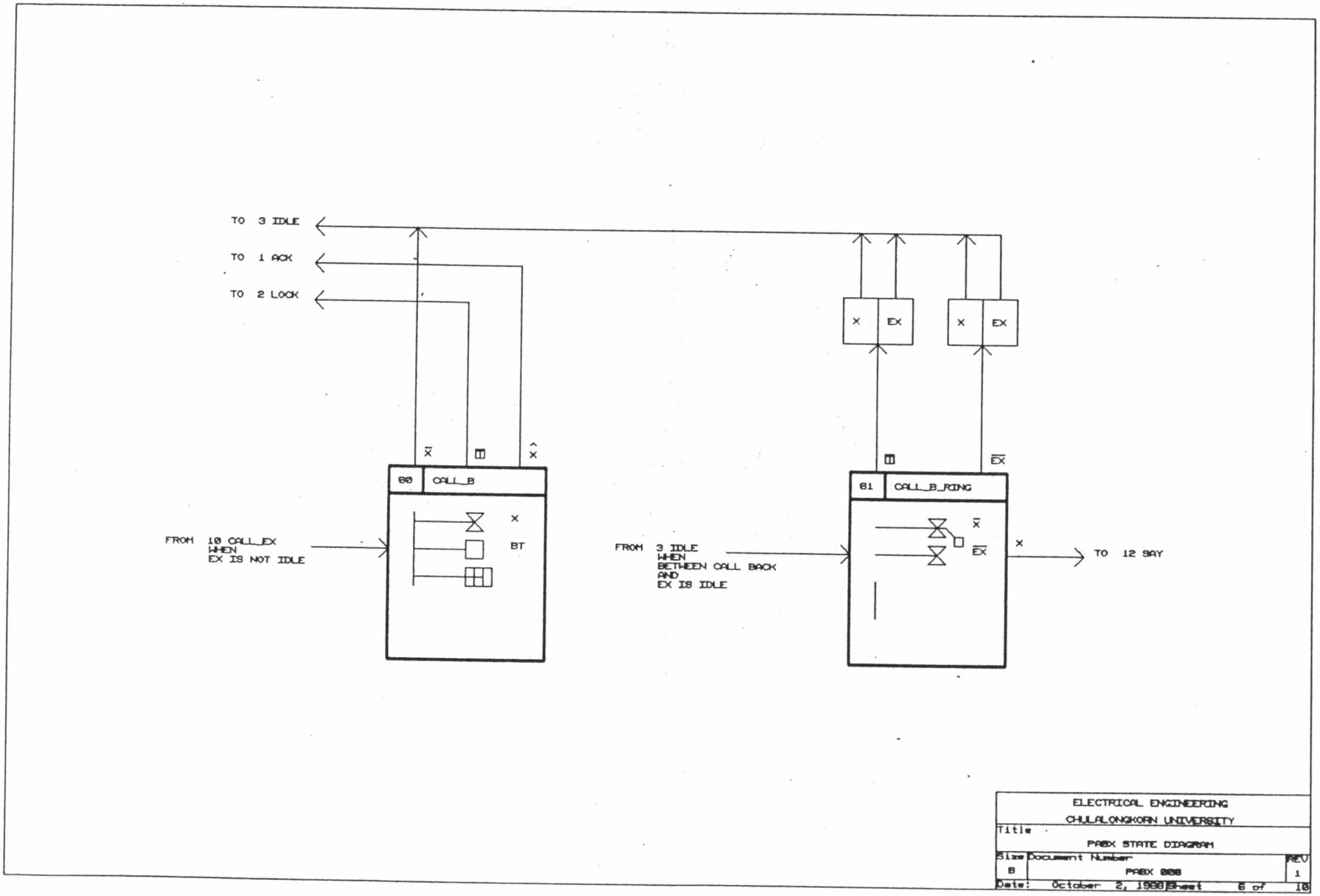
ทำการแก้ไขสถานะ 10 CALL_EX ซึ่งเดิมเมื่อพบว่าเครื่องรับโทรศัพท์ปลายทางเครื่องที่ $EX ไม่ว่างแล้ว จะไปยังสถานะ 1 BUSY นั้น จะเปลี่ยนใหม่เป็น ไปยังสถานะ 60 SET_CALL_B แทน

สถานะที่ 60 SET_CALL_B ในสถานะนี้ เครื่องรับโทรศัพท์จะได้รับสัญญาณ BUSY TONE โปรแกรมประจำสถานะจะทำการตรวจสอบเงื่อนไขในการเปลี่ยนสถานะคือ

1. ถ้ามีการเคาะที่วางหู แสดงว่าผู้ใช้โทรศัพท์ต้องการจองสาย โปรแกรมประจำสถานะจะนำ โค้ดของการจองสายภายใน (ในโปรแกรมที่เขียนขึ้นใช้โค้ดเป็น 2) ใส่ในตัวแปร $FN และนำค่าในตัวแปร $EX ใส่ลงในตัวแปร $FN_EX ซึ่งหมายความว่า ขณะนี้กำลังทำ การจองสายอยู่ และสายที่จองนั้นคือ เครื่องรับโทรศัพท์เครื่องที่ $FN_EX จากนั้นจะทำการเปลี่ยนสถานะไปยังสถานะ 1 ACK สำหรับสถานะ 1 ACK นั้น ที่จริงก็คือ สถานะ 1 BUSY นั่นเอง แต่แทนที่เครื่องรับโทรศัพท์จะได้รับสัญญาณ BUSY TONE ก็จะได้รับสัญญาณ ACK TONE แทน และสาเหตุที่สถานะทั้งสองมีหมายเลข 1 เหมือนกันก็เนื่องมาจากการที่สถานะทั้งสองมีโปรแกรมประจำสถานะเป็นโปรแกรมเดียวกัน

2. นอกจากนี้ยังมีการตรวจสอบเงื่อนไข ถ้ามีการวางหู จะไปยังสถานะ 3 IDLE

3. และถ้าเกิด TIME OUT จะไปยังสถานะ 2 LOCK



รูป 6.6 ไดอะแกรมสถานะของการจองสาย

สำหรับการเรียกกลับมาเมื่อสายที่จองไว้ว่างแล้ว จะต้องทำการเพิ่มเติมเงื่อนไขการเปลี่ยนสถานะเข้าไปในสถานะ 3 IDLE คือ ถ้าค่าในตัวแปร $FN เป็นโค้ดของการจองสาย และถ้าเครื่องรับโทรศัพท์เครื่องที่ $FN_EX ว่างแล้ว และสามารถทำการจองช่องสัญญาณเสียงได้ จะทำการเข้าควบคุมเครื่องรับโทรศัพท์เครื่องที่ $FN_EX แล้วส่งสัญญาณกระดิ่งมายังเครื่องรับโทรศัพท์ $X แล้วไปยังสถานะ 63 CALL_B_RING

สถานะ 63 CALL_B_RING ในสถานะนี้ เครื่องรับโทรศัพท์กระดิ่งดังอยู่ ซึ่งเป็นการเรียกมาจากตู้สาขาโทรศัพท์ บอกให้รู้ว่าสายที่จองไว้ว่างแล้ว เงื่อนไขในการเปลี่ยนแปลงสถานะคือ

1. ถ้าผู้ใช้โทรศัพท์รับสายแล้ว โปรแกรมประจำสถานะจะนำค่าในตัวแปร $FN_EX ใส่ไว้ในตัวแปร $EX และเปลี่ยนค่าในตัวแปร $FN_EX ให้เป็น 0 เพื่อยกเลิกการจองสาย แล้วส่งสัญญาณกระดิ่งไปยังเครื่องรับที่ถูกจองเครื่องที่ $EX และส่งสัญญาณเสียง RING BACK TONE มาให้เครื่องรับโทรศัพท์เครื่อง $X นี้ โดยผ่านทางช่องสัญญาณเสียงช่องที่ $ICM จากนั้นไปยังสถานะ 11 RING_BACK

2. เงื่อนไข คือถ้าเครื่องรับโทรศัพท์เครื่องที่ $FN_EX ซึ่งถูกควบคุมอยู่นั้น ถูยกหูขึ้นมา จะทำการปล่อยเครื่องรับโทรศัพท์ $FN_EX ให้กลับไปอยู่สถานะ 3 IDLE และโทรศัพท์เครื่อง $X กับไปสถานะ 3 IDLE เช่นกัน แต่การจองสายยังไม่ถูกยกเลิก

3. ถ้าเกิด TIME OUT หมายความว่าผู้ใช้โทรศัพท์ทำการจองสายไว้แต่กลับไม่อยู่รับสายที่จอง เครื่องรับโทรศัพท์ทั้งสองจะกลับไปอยู่สถานะ 3 IDLE และการจองสายจะถูกยกเลิก

6.7 การยกเลิกการจองสาย

การยกเลิกการจองสาย หรือการให้บริการพิเศษอื่น ๆ ที่ใช้ตัวแปร $FN ในการบอกว่ากำลังให้บริการพิเศษนั้นอยู่ สามารถจะทำได้โดยการเปลี่ยนค่าในตัวแปร $FN ให้มีค่าเป็น 0

สถานะ 61 CANCEL สถานะนี้ มาจากสถานะ 5 COMMAND หลังจากพบว่าตัวเลขที่ได้รับเป็นรหัสของคำสั่งยกเลิกบริการพิเศษ โปรแกรมประจำสถานะนี้ จะทำการนำค่า 0 ใส่

ในตัวแปร $FN แล้วไปยังสถานะ 1 ACK

6.8 การฝากสาย

การฝากสาย หรือการกำหนดเครื่องรับแทนนั้น ใช้สำหรับกำหนดว่า เมื่อมีการเรียกเข้ามายังเครื่องรับโทรศัพท์เครื่องนี้ จะให้ไปติดที่เครื่องรับโทรศัพท์อีกเครื่องหนึ่งที่กำหนดไว้แทน โดยจะใช้ค่าในตัวแปร $FN สำหรับพิจารณาว่ากำลังให้บริการพิเศษใดอยู่ ในขณะที่กำลังอยู่ทำการฝากสาย จะใช้ตัวแปร $FN_EX ในการเก็บหมายเลขของเครื่องรับโทรศัพท์ที่จะให้รับสายแทน (ในโปรแกรมที่เขียนขึ้น ใช้โค้ด 3 สำหรับการฝากสาย)

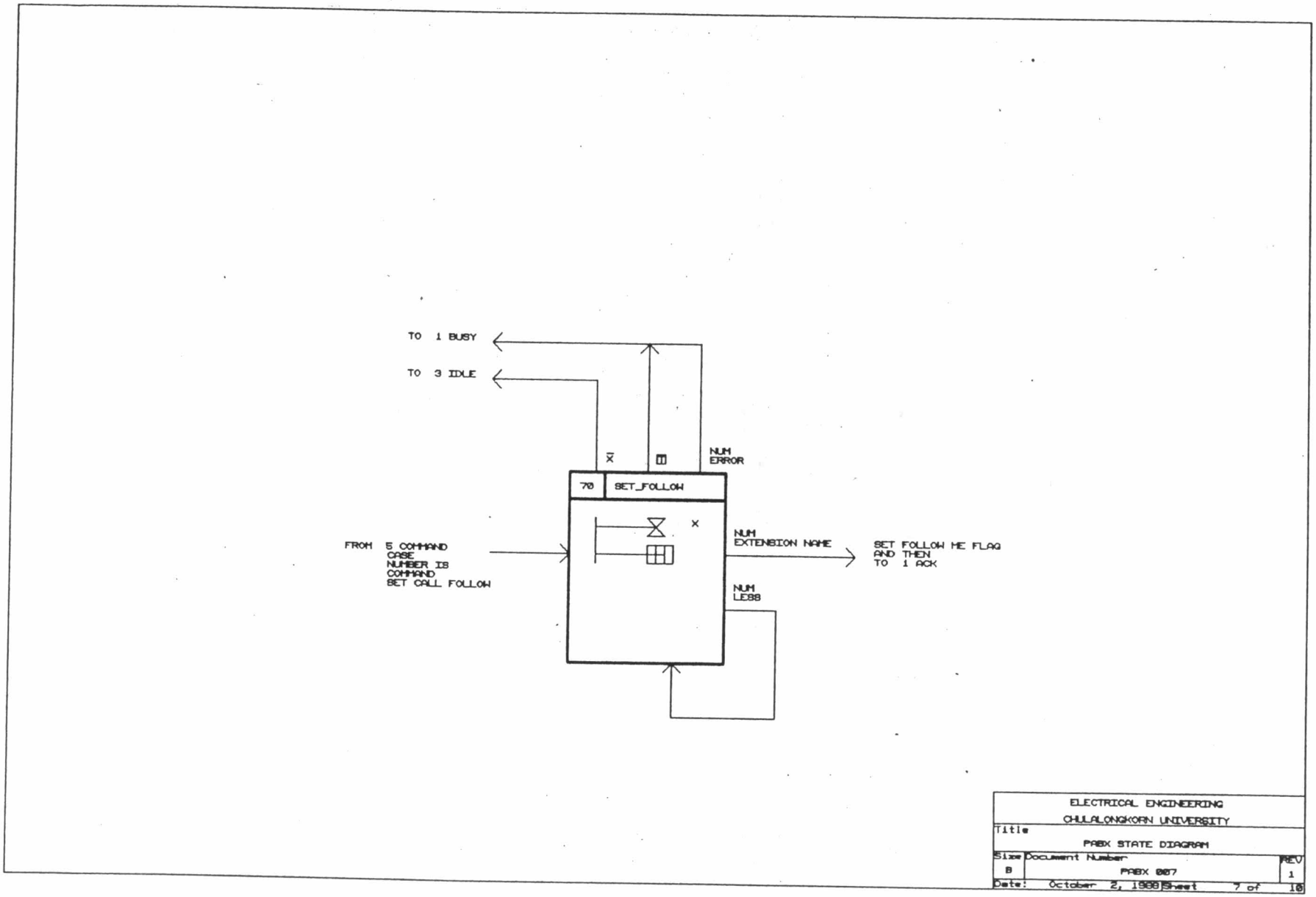
การทำงานจะแบ่งออกเป็น 2 ส่วน ส่วนแรกทำหน้าที่ รับคำสั่งขอทำการฝากสายจากผู้ใช้ ขั้นตอนในการฝากสายคือ ผู้ใช้จะทำการยกหูโทรศัพท์ขึ้นมา แล้วหมุนรหัสขอฝากสาย แล้วตามด้วยเบอร์ของเครื่องรับโทรศัพท์ที่ต้องการให้ทำหน้าที่รับสายแทน โดยในการทำงานของตู้สาขาโทรศัพท์จะต้องมีการแก้ไขเพิ่มเติมสถานะต่าง ๆ ดังนี้คือ

สถานะ 70 SET_FOLLOW สถานะนี้มาจากสถานะ 5 COMMAND หลังจากพบว่าตัวเลขที่หมุนเข้ามาเป็นรหัสคำสั่งฝากสาย โดยก่อนออกมาจากสถานะ 5 COMMAND ตัวแปร $NUMBER จะถูกล้างค่าเดิมทิ้งไป ในสถานะนี้ เครื่องรับโทรศัพท์ต่ออยู่กับตัวรับเลขตัวที่ $REG ผ่านทางช่องสัญญาณเสียงช่องที่ $ICM เงื่อนไขในการออกจากสถานะนี้มี 5 กรณี

1. เมื่อผู้ใช้โทรศัพท์ส่งตัวเลขมา โปรแกรมประจำสถานะจะนำตัวเลขนั้นใส่เติมลงในตัวแปร $NUMBER แล้วทำการตรวจสอบตัวเลขใน $NUMBER ว่าเป็นเบอร์โทรศัพท์หรือไม่ ซึ่งจะได้ผลออกมา 3 แบบคือ ถ้าวิเคราะห์แล้วไม่มีโอกาสตรงกับเบอร์โทรศัพท์ภายในจะไปยังสถานะ 1 BUSY

2. หรือถ้าตัวเลขที่รับมายังไม่พอจะวิเคราะห์ก็ให้ไปยังสถานะ 70 SET_FOLLOW (สถานะเดิม) ทั้งนี้เพื่อจับเวลาใหม่ และคอยรับเลขตัวต่อไป

3. กรณีสุดท้ายคือถ้าเลขใน $NUMBER ตรงกับเบอร์โทรศัพท์ที่มีอยู่ โปรแกรมจะทำการนำโค้ดของการฝากสายใส่ไว้ในตัวแปร $FN และหมายเลขของเครื่องรับโทรศัพท์ที่มีเบอร์ตรงกับตัวแปร $NUMBER ใส่ไว้ในตัวแปร $FN_EX ซึ่งเป็นการเริ่มต้นการฝากสาย หลังจากนั้นจะไปยังสถานะ 1 ACK



รูป 6.7 ไดอะแกรมสถานะของการฝากสาย

4. ถ้าวางหูโทรศัพท์ไปสถานะ 3 IDLE

5. และถ้า TIME OUT จะไปสถานะ 1 BUSY

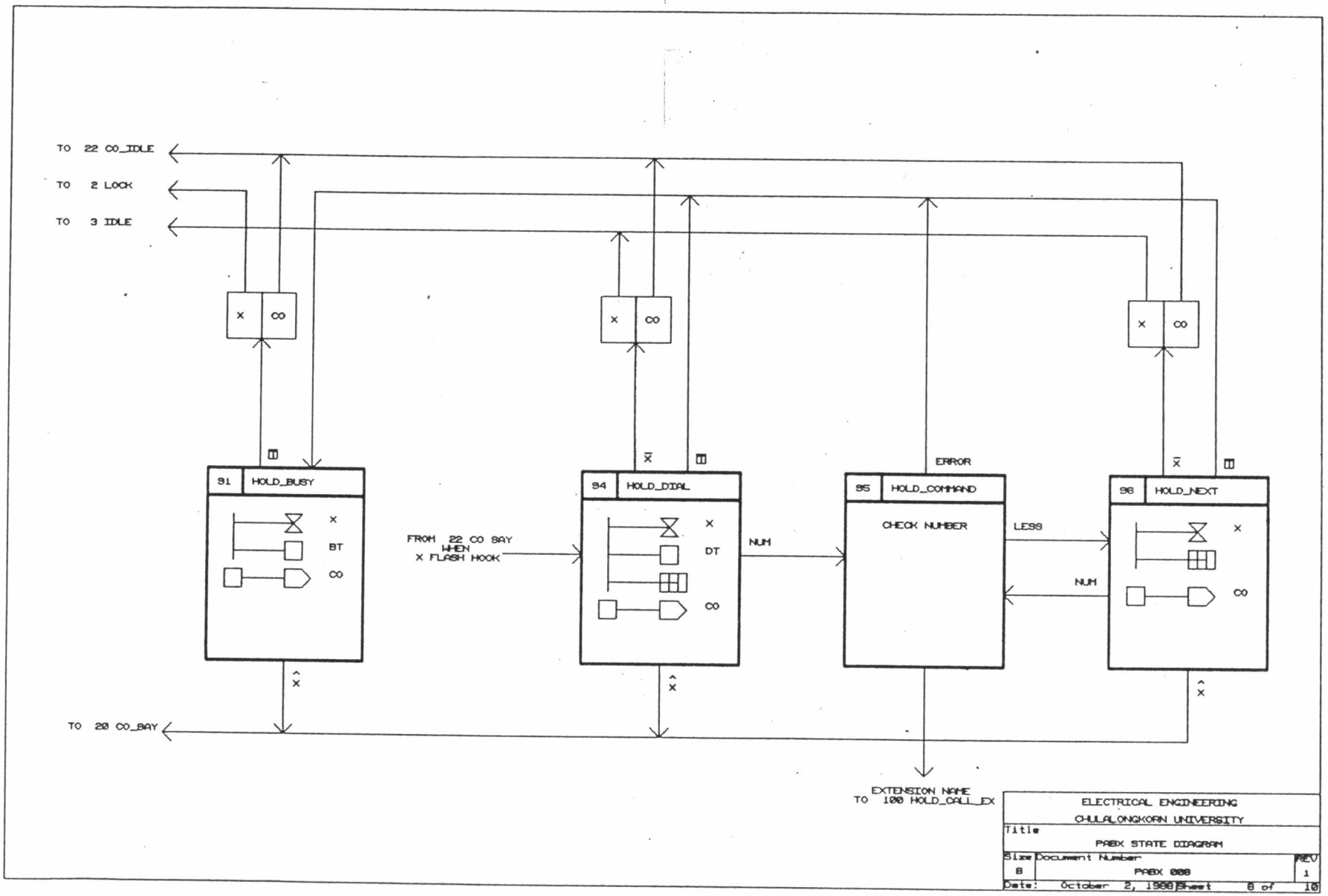
การทำงานอีกส่วนหนึ่งคือ ส่วนที่ทำหน้าที่เปลี่ยนเครื่องที่ถูกเรียก ในกรณีที่มีการฝากสายให้ไปติดที่เครื่องที่ถูกฝากสายไว้ ซึ่งทำโดยการเพิ่มเติมโปรแกรมดังนี้

เพิ่มเติมโปรแกรมลงในตอนต้นของสถานะ 10 CALL_EX ก่อนที่จะทำการตรวจสอบว่าเครื่องรับโทรศัพท์ปลายทางเครื่องที่ $EX ว่างหรือไม่นั้น จะตรวจสอบดูว่า ตัวแปร $FN ของเครื่องรับโทรศัพท์เครื่องที่ $EX (ในภาษา STL ก็คือ $EX.$FN) เป็นโค้ดการฝากสายหรือไม่ ถ้าใช่ก็จะนำค่าในตัวแปร $FN_EX ของเครื่องรับโทรศัพท์เครื่องที่ $EX (คือตัวแปร $EX.$FN_EX ในภาษา STL) ไปใส่แทนที่ในตัวแปร $EX แล้วจึงทำงานต่อไป

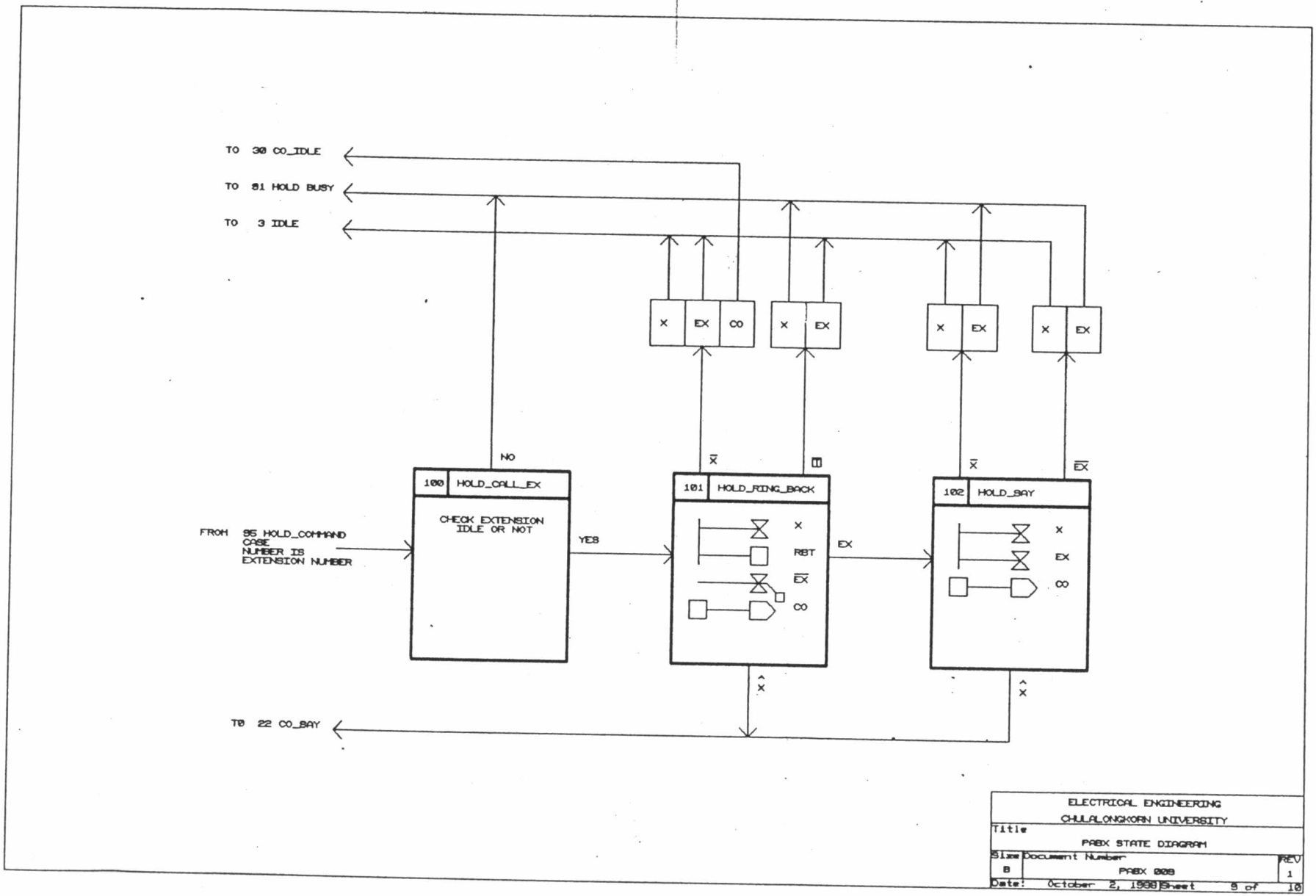
สำหรับการยกเลิกการฝากสายนั้น ใช้ทำโดยวิธีเดียวกับการจองสาย คือยกหูเครื่องรับโทรศัพท์ แล้วหมุนหรือกดปุ่มรหัสคำสั่งยกเลิกบริการพิเศษ (โดยใช้รหัสเดียวกับการยกเลิกการจองสาย) และ เนื่องจากการจองสาย และฝากสายใช้ตัวแปร $FN ตัวเดียวกัน จึงไม่สามารถใช้งานบริการพิเศษทั้งสองนี้พร้อมกันได้ ถ้าผู้ใช้โทรศัพท์ทำการจองสาย หรือฝากสายซ้ำ การจองสายหรือฝากสายครั้งก่อนจะถูกยกเลิก

6.9 การพักสาย และโอนสาย

การพักสาย และโอนสาย จะใช้ในกรณีที่ต้องการโอนสายนอกที่กำลังสนทนาอยู่ด้วยไปให้เครื่องรับโทรศัพท์เครื่องอื่น วิธีการโอนสายก็คือ ในขณะที่กำลังสนทนาอยู่กับสายนอกนั้นให้ผู้ใช้โทรศัพท์ทำการเคาะที่วางหู สายนอกนั้นจะถูกพักสาย โดยในขณะที่สายนอกถูกพักอยู่นั้นสายนอกจะได้ยินเสียงดนตรี ส่วนทางเครื่องรับโทรศัพทภายใน จะได้รับสัญญาณเสียง DIAL TONE แบบที่ 2 ซึ่งผู้ใช้โทรศัพท์จะสามารถเรียกไปยังเครื่องรับโทรศัพท์อีกเครื่องหนึ่ง โดยวิธีเดียวกับการโทรภายในธรรมดา เมื่อเครื่องรับโทรศัพท์ปลายทางถูกรับสายแล้ว ตู้สาขาจะทำการเชื่อมต่อสัญญาณเสียงให้ผู้ใช้โทรศัพท์ทั้งสองสามารถสนทนากันได้ ในขณะนั้นถ้าเครื่องรับโทรศัพท์เครื่องใดเครื่องหนึ่งถูกวางหู สายนอกที่พักอยู่ก็จะถูกโอนให้กับเครื่องรับโทรศัพท์อีกเครื่องหนึ่ง



รูป 6.8 ไดอะแกรมสถานะของการพักและโอนสาย



รูป 6.8 ไดอะแกรมสถานะของการพักและโอนสาย (ต่อ)

แนวทางในการพัฒนาตู้สาขาโทรศัพท์ให้มีความสามารถในการพักสาย และโอนสายก็คือ ในขณะที่เครื่องรับโทรศัพท์สนทนาอยู่กับสายนอกนั้น จะต้องทำการตรวจสอบการเคาะที่วางหูด้วย ซึ่งถ้าพบการเคาะที่วางหู โปรแกรมควบคุมจะทำการพักสายนอก แล้วจะไปยังสถานะส่วนที่ ดำเนินขั้นตอนในการโทรไปยังเครื่องรับโทรศัพท์อีกเครื่องหนึ่งในขณะที่มีสายนอกพักอยู่

การแก้ไขการทำงานของตู้สาขาโทรศัพท์ให้มีการตรวจสอบการเคาะที่วางหู จะทำการแก้ไขดังนี้ คือ

ทำการเพิ่มเติมเงื่อนไขในการเปลี่ยนสถานะ อีกอันหนึ่งในสถานะ 22 CO_SAY ซึ่งในสถานะนี้ เครื่องรับโทรศัพท์กำลังต่ออยู่กับสายนอก สายที่ $CO เงื่อนไขที่จะเพิ่มเข้าไปคือ ถ้าผู้ใช้โทรศัพท์เคาะที่วางหูในสถานะนี้ และโปรแกรมประจำสถานะ สามารถของจองตัวรับเลขจากระบบมาได้แล้ว จะทำการพักสายนอกโดยตัดสัญญาณเสียงของสายนอกออกจาก ช่องสัญญาณเสียง แล้วทำการส่งเสียงดนตรีให้กับสายนอก แล้วต่อสัญญาณเสียง DIAL TONE แบบที่ 2 พร้อมกับตัวรับเลขเข้าไปยังช่องสัญญาณเสียงช่องที่ $ICM ซึ่งต่ออยู่กับเครื่องรับโทรศัพท์อยู่แล้ว จากนั้นเปลี่ยนสถานะไปยังสถานะ 94 HOLD_DIAL

นอกจากนั้น จะต้องทำการเพิ่มเติมสถานะอีกชุดหนึ่ง สำหรับทำหน้าที่ควบคุมการเรียกไปยังเครื่องรับโทรศัพท์ปลายทาง ในขณะที่กำลังพักสายอยู่ สถานะในกลุ่มนี้ จะมีการทำงานในทำนองเดียวกับการโทรภายใน แต่เป็นการโทรภายในกรณีที่มีสายนอกถูกพักอยู่ โดยในสถานะกลุ่มนี้ จะมีการตรวจสอบเงื่อนไข การเคาะที่วางหู เพื่อยกเลิกการพักสาย แล้วกลับไปสนทนากับสายนอกใหม่

และเนื่องจากเคยบรรยายการทำงานในการโทรภายในมาอย่างละเอียดแล้ว จะกล่าวถึงการทำงานของสถานะกลุ่มนี้คร่าว ๆ ดังนี้

สถานะ 91 HOLD_BUSY ในสถานะนี้ เครื่องรับโทรศัพท์จะได้รับสัญญาณ BUSY TONE แบบที่ 2 ในขณะที่สายนอกถูกพักสายอยู่ สถานะนี้เทียบได้กับสถานะ 1 BUSY แต่เป็นกรณีที่มีการพักสายนอกอยู่ ในสถานะนี้ จะมีเงื่อนไขในการเปลี่ยนสถานะคือ ถ้าผู้ใช้โทรศัพท์เคาะที่วางหู จะกลับไปยังสถานะ 22 CO_SAY ถ้าผู้ใช้โทรศัพท์วางหู จะกลับไปยังสถานะ 3 IDLE พร้อมทั้งยกเลิกการพักสายโดยปล่อยสายนอกกลับไปยังสถานะ 30 CO_IDLE ถ้า TIME

OUT จะไปยังสถานะ 2 LOCK แล้วปล่อยสายนอกกลับไปยังสถานะ 30 CO_IDLE

สถานะ 94 HOLD_DIAL เป็นสถานะ 4 DIAL ของกรณีที่มีการพักสาย เป็นสถานะเริ่มแรกของการพักสาย มาจากสถานะ 22 CO_SAY เมื่อตรวจพบว่ามีการเคาะที่วางหู ในสถานะนี้เครื่องรับโทรศัพท์จะได้รับสัญญาณเสียง DIAL TONE แบบที่ 2 เงื่อนไขหลักในการเปลี่ยนสถานะคือ เมื่อมีการหมุนเลข จะไปยังสถานะ 95 HOLD_COMMAND เพื่อทำการตรวจสอบตัวเลขที่หมุนมา เงื่อนไขอื่น ๆ คือ ถ้าวางหูไปสถานะ 3 IDLE ถ้า TIME OUT จะไปสถานะ 91 HOLD_BUSY ถ้าเคาะที่วางหูไปยังสถานะ 22 CO_SAY

สถานะ 95 HOLD_COMMAND ซึ่งเป็นสถานะ 5 COMMAND ของกรณีพักสาย โดยในสถานะนี้จะตรวจสอบตัวเลขในตัวแปร $NUMBER ว่าเป็นเบอร์ของเครื่องรับโทรศัพท์ภายในหรือไม่ ถ้าไม่ใช่ไปสถานะ 91 HOLD_BUSY ถ้าตรงกับเบอร์เครื่องรับโทรศัพท์ โปรแกรมประจำสถานะ จะนำหมายเลขของเครื่องรับโทรศัพท์นั้น ใส่ในตัวแปร $EX แล้วไปยังสถานะ 100 HOLD_CALL_EX ถ้าตัวเลขยังไม่พอ จะไปสถานะ 96 HOLD_NEXT เพื่อไปรอรับเลขตัวต่อไป

สถานะ 96 HOLD_NEXT สถานะนี้ คือ สถานะ 6 NEXT ของกรณีพักสาย เงื่อนไขหลักคือ จะรอรับตัวเลขจากผู้ใช้โทรศัพท์ แล้วกลับไปยังสถานะ 95 HOLD_COMMAND เพื่อตรวจสอบตัวเลขอีกครั้ง และเงื่อนไขอื่น ๆ ได้แก่ ถ้าวางหูไปสถานะ 3 IDLE ถ้าเคาะที่วางหู จะไปสถานะ 22 CO_SAY ถ้า TIME OUT ไปสถานะ 91 HOLD_BUSY

สถานะ 100 HOLD_CALL_EX สถานะนี้ คือสถานะ 10 CALL_EX ของกรณีพักสาย ในสถานะนี้ จะทำการตรวจสอบโทรศัพท์เครื่องที่ $EX หรือเครื่องที่ถูกเครื่องรับโทรศัพท์ $EX ฝากสาย ว่าว่างหรือไม่ ถ้าว่าง ไปสถานะ 101 HOLD_RING_BACK ถ้าไม่ว่างไปยังสถานะ 91 HOLD_BUSY

สถานะ 101 HOLD_RING_BACK ซึ่งก็คือ สถานะ 11 RING_BACK สำหรับกรณีพักสาย ในสถานะนี้ โทรศัพท์เครื่องที่ $EX นั้นกระดิ่งกำลังดังอยู่ ถ้าเครื่องรับโทรศัพท์เครื่อง $EX ถูกรับสาย จะไปสถานะ 102 HOLD_SAY และเงื่อนไขอื่น ๆ คือ ถ้าวางหูเครื่องรับโทรศัพท์ $X ไปยังสถานะ 3 IDLE ถ้าเคาะหูไปสถานะ 22 CO_SAY ถ้า TIME OUT ไป

สถานะ 91 HOLD_BUSY

สถานะ 102 HOLD_SAY ในสถานะนี้ เครื่องรับโทรศัพท์ทั้งสองเครื่อง (เครื่อง $X และ $EX) กำลังเชื่อมต่อถึงกัน โดยผ่านทางช่องสัญญาณเสียงช่องที่ $ICM ซึ่งผู้ใช้โทรศัพท์ทั้งสองสามารถสนทนากัน ในขณะที่สายนอกสายที่ $CO ถูกพักสายอยู่ เงื่อนไขในการออกจากสถานะนี้มี 2 กรณี คือ

1. ถ้าเครื่องรับโทรศัพท์ปลายทาง $EX ถูกวางหู จะปล่อยเครื่องรับโทรศัพท์ $EX กลับไปยังสถานะ 3 IDLE แล้ว เครื่อง $X กลับไปยังสถานะ 22 CO_SAY

2. อีกกรณีหนึ่งก็คือ เครื่องรับโทรศัพท์ $X วางหู จะทำการโอนช่องสัญญาณเสียงช่องที่ $ICM และสายนอกเส้นที่ $CO ให้กับเครื่องรับโทรศัพท์ $EX และทำการเปลี่ยนสถานะเครื่องรับโทรศัพท์ $EX ไปอยู่สถานะ 22 CO_SAY ในขณะที่เครื่อง $X เองนั้นไปยังสถานะ 3 IDLE

6.10 การรับสายแทนกัน

การรับสายแทนกันนี้ ใช้สำหรับกรณีที่เครื่องรับโทรศัพท์เครื่องหนึ่ง ได้รับสัญญาณกระดิ่ง แต่ไม่มีใครอยู่รับสาย ก็สามารถใช้การรับสายแทนนี้ ในการใช้เครื่องรับโทรศัพท์อื่น ๆ รับสายแทนเครื่องรับโทรศัพท์ที่ได้รับสัญญาณกระดิ่งนั้นได้ โดยมีขั้นตอนการรับสายแทนดังนี้คือ ในขณะที่มีเครื่องรับโทรศัพท์เครื่องที่อยู่ใกล้เคียงได้รับสัญญาณกระดิ่งอยู่ ให้ผู้ใช้โทรศัพท์ยกหูเครื่องรับโทรศัพท์ของตนขึ้นมา แล้วหมุนหรือกดปุ่มรหัสขอรับสายแทน ตามด้วยเบอร์ของเครื่องรับโทรศัพท์ที่กระดิ่งดังอยู่นั้น

แนวทางในการเพิ่มการฝากสายนี้เข้าไปในการทำงานของตู้สาขาโทรศัพท์ก็คือ หลังจาก โปรแกรมประจำสถานะ 5 COMMAND ตรวจพบว่า ตัวเลขที่ได้รับจากผู้ใช้เป็นรหัสคำสั่งขอรับสายแทน ขั้นตอนต่อไปคือ การรับเบอร์ของเครื่องรับโทรศัพท์ ดังนั้น โปรแกรมจะทำการล้าง ตัวแปร $NUMBER ให้ว่างเปล่า แล้วไปยังสถานะ 120 CALL_PU

สถานะ 120 CALL_PU นี้จะมีการทำงานเกือบจะเหมือนกันทุกประการกับ สถานะ 70 SET_FOLLOW คือมีหน้าที่รอรับตัวเลขจากผู้ใช้โทรศัพท์จนได้เบอร์ของเครื่องรับโทรศัพท์

แต่ต่างกันที่ หลังจากได้รับตัวเลขที่ตรงกับเบอร์ของเครื่องรับโทรศัพท์แล้ว จะนำหมายเลขของเครื่องรับโทรศัพท์นั้นใส่ในตัวแปร $EX แล้วไปยังสถานะ 121 PU

ก่อนที่จะกล่าวถึงการทำงานในสถานะต่อไปนั้น จะพิจารณาการที่โทรศัพท์เครื่อง $EX กระดิ่งดังก่อน สาเหตุของกระดิ่งดังมีดังนี้ คือ

1. กรณีถูกเรียกมาจากสายนอก ในกรณีนี้เครื่องรับโทรศัพท์ $EX จะถูกสายนอกกระตุ้นให้มาอยู่ในสถานะ 31 CO_INPUT ซึ่งในสถานะนี้ เครื่องรับโทรศัพท์จะควบคุมสายนอกสายที่ $CO และมีช่องสัญญาณเสียงที่ขอมาจากระบบอยู่แล้วช่องหนึ่ง

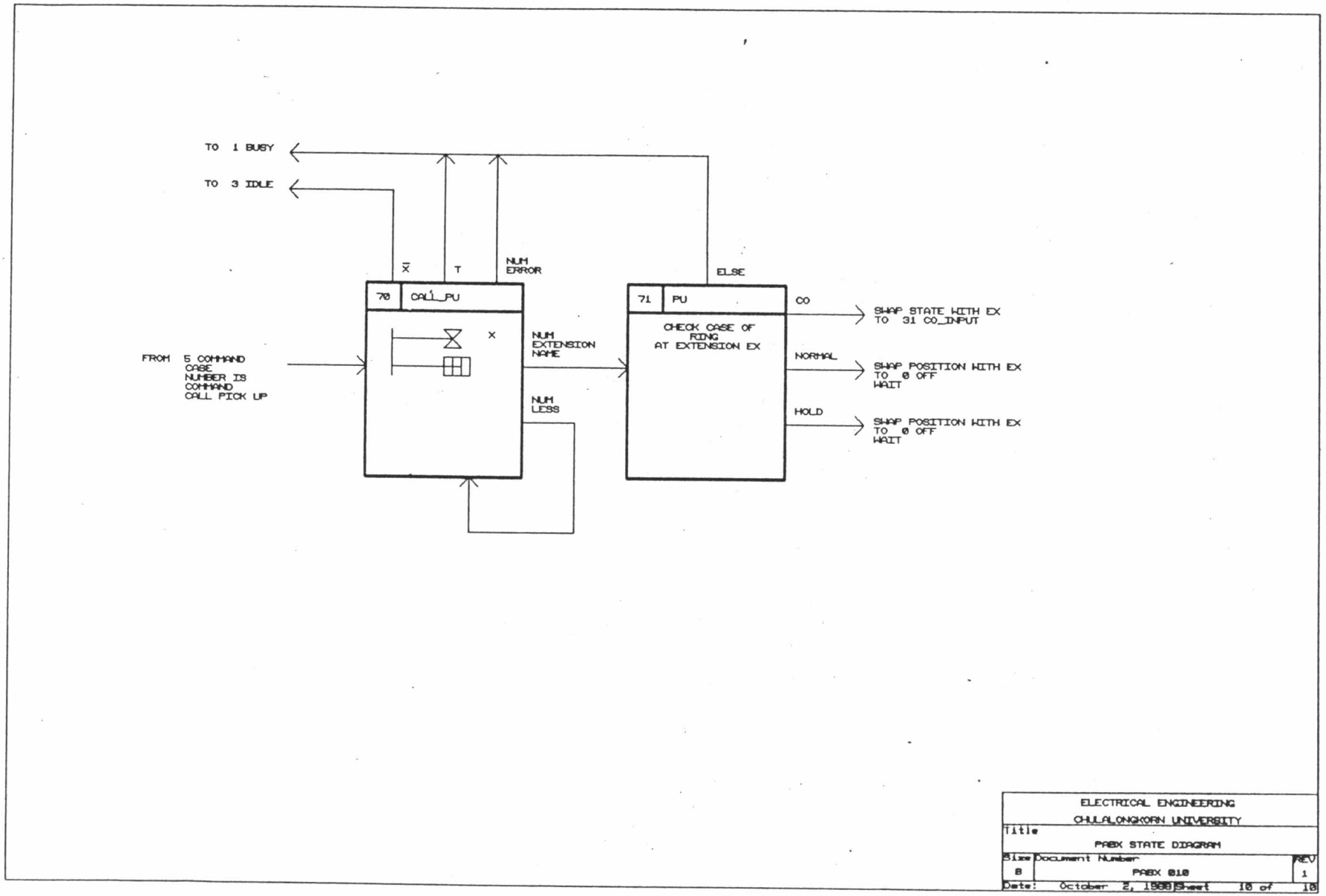
2. กรณีเครื่องรับโทรศัพท์เครื่องที่ $EX ถูกเรียกจากสายภายใน ซึ่งในกรณีนี้เครื่องรับโทรศัพท์ $EX อยู่ในสถานะ 0 CALLED ถูกควบคุมโดยเครื่องรับโทรศัพท์อีกเครื่องหนึ่ง ซึ่งอยู่ในสถานะ 11 RING_BACK เนื่องจากเครื่องรับโทรศัพท์ที่ถูกควบคุมในสถานะ 0 CALLED จะนำหมายเลขของเครื่องที่ควบคุมมันอยู่นั้น ใส่ไว้ในตัวแปร $EX ของมัน ดังนั้นหมายเลขของเครื่องรับโทรศัพท์ที่ควบคุมเครื่องรับโทรศัพท์ $EX อยู่ ก็จะถูกเก็บอยู่ในตัวแปร $EX ของเครื่องรับโทรศัพท์ $EX ซึ่งก็คือตัวแปร $EX.$EX และสถานะของเครื่องนั้น ซึ่งอยู่ในตัวแปร $EX.$EX.$STATE จะมีค่าเป็นสถานะ 11 RING_BACK

3. กรณีเครื่องรับโทรศัพท์เครื่องที่ $EX ถูกเรียกจากสายภายในที่มีการพักสายอยู่ ก็จะเป็นท่านองเดียวกับ กรณีที่ 2 คือเครื่องรับโทรศัพท์เครื่องที่ $EX อยู่ในสถานะ 0 CALLED โดยถูกควบคุมโดยเครื่องรับโทรศัพท์เครื่องที่ $EX.$EX แต่ต่างกันตรงที่ เครื่องรับโทรศัพท์ที่เรียกมานั้นอยู่ในสถานะ 101 HOLD_RING_BACK

4. กรณีจองสายแล้วเรียกกลับมา ซึ่งเครื่องรับโทรศัพท์ $EX อยู่ในสถานะ 63 CALL_B_RING แต่ในกรณีนี้ ไม่อนุญาตให้รับสายแทนกัน เนื่องจากการเรียกกลับมานี้เป็นความประสงค์ของผู้จองสาย ไม่ใช่สายที่ถูกจอง ดังนั้นผู้จองสายไว้ ควรจะต้องอยู่รอสายที่ถูกจองเอาไว้เอง

สถานะ 121 PU ในสถานะนี้ โปรแกรมจะทำการตรวจสอบเครื่องรับโทรศัพท์ $EX ว่าอยู่ในกรณีใดใน 4 กรณีที่กล่าวมาแล้วนั้น โดยในแต่ละกรณีจะทำงานดังนี้

ถ้าเป็นกรณี 1 คือเครื่องรับโทรศัพท์ $EX ถูกเรียกจากสายนอก ในกรณีนี้โปรแกรมจะทำการเปลี่ยนสถานะของเครื่องรับโทรศัพท์ $EX จากสถานะ 31 CO_INPUT ให้กลับไป



รูป 6.9 ไดอะแกรมสถานะของการรับสายแทน

อยู่ในสถานะ 3 IDLE แล้ว เครื่องรับโทรศัพท์ $X จะไปอยู่แทนที่ในสถานะ 31 CO_INPUT แทน

กรณีที่ 2 หรือ 3 ซึ่งเครื่องรับโทรศัพท์ $EX ถูกเรียกและกำลังถูกควบคุมจากเครื่องรับภายในอยู่ ทั้งสองกรณีนี้จะทำการเปลี่ยนสถานะของเครื่องรับโทรศัพท์ $EX ให้เป็นสถานะ 3 IDLE แล้วทำการเปลี่ยนตัวแปร $EX ของเครื่องรับโทรศัพท์ เครื่องที่เรียกมายัง $EX (ซึ่งก็คือตัวแปร $EX ของเครื่องรับโทรศัพท์เครื่องที่ $EX.$EX หรือ ตัวแปร $EX.$EX.$EX ในภาษา STL นั่นเอง) ให้มีค่าเป็นเครื่องรับโทรศัพท์ $X นี้ แล้วไปยังสถานะ 0 CALLED ให้เครื่องรับโทรศัพท์ที่เป็นผู้เรียกมาควบคุม

ถ้าเป็นกรณีที่ 4 หรือ ไม่อยู่ใน 4 กรณี (เครื่องรับโทรศัพท์ เครื่องที่ $EX ไม่ได้กระดิ่งดังอยู่) จะไปยังสถานะ 1 BUSY

6.11 การกำหนดขอบเขตในการใช้เครื่องรับโทรศัพท์ (CLASS OF SERVICE)

บริการพิเศษนี้ จะใช้สำหรับกำหนดขอบเขตในการใช้งานเครื่องรับโทรศัพท์แต่ละเครื่อง เช่น ห้ามโทรออก ห้ามโทรทางไกล เป็นต้น ในโปรแกรมที่เขียนขึ้น ได้แบ่งเครื่องรับโทรศัพท์ออกเป็น 5 ระดับชั้น ดังนี้

ระดับ 0 ห้ามโทรศัพท์ทั้งภายใน และภายนอก รับสายได้อย่างเดียว
ระดับ 1 โทรศัพท์ภายในได้เท่านั้น ห้ามโทรออก
ระดับ 2 โทรศัพท์ภายใน และโทรออกได้ แต่ห้ามโทรศัพท์ทางไกล
ระดับ 3 ห้ามเฉพาะ โทรทางไกลต่างประเทศ (ซึ่งเบอร์ขึ้นต้นด้วย 100)
ระดับ 4 ไม่มีข้อห้าม

การปรับปรุงการทำงานของตู้สาขาโทรศัพท์ให้มีระดับของเครื่องรับโทรศัพท์นี้ โดยการกำหนดตัวแปร $CLASS ให้กับเครื่องรับโทรศัพท์แต่ละเครื่อง โดยจะเก็บระดับของเครื่องรับโทรศัพท์เอาไว้ในตัวแปร $CLASS นี้ แล้วทำการแก้ไขสถานะต่อไปนี้ คือ

แก้ไขสถานะที่ 3 IDLE โดยการเพิ่มเงื่อนไขเข้าไปในตอนต้นของโปรแกรมประจำสถานะว่า ถ้าหากตัวแปร $CLASS น้อยกว่า 1 จะไปเริ่มต้นทำงานในสถานะ 3 IDLE ใหม่เลย โดยจะไม่ทำการตรวจสอบการวางหู หรือการเรียกกลับ

แก้ไขสถานะที่ 20 CALL_CO และสถานะ 50 RE_DIAL โดยเพิ่มเงื่อนไขเข้าไปตอนต้น ของโปรแกรมประจำสถานะว่า ถ้าหากตัวแปร $CLASS มีค่าน้อยกว่า 2 จะไปยังสถานะ 1 BUSY ซึ่งจะเป็นการยกเลิกการโทรออก

แก้ไขสถานะ 21 SEND และสถานะ 51 RE_DIAL_SEND โดยเพิ่มเงื่อนไขเข้าไปในสถานะทั้งสองว่า ถ้าตัวแปร $CLASS น้อยกว่า 3 และตัวเลขที่อยู่ในตัวแปร $LAST (ในกรณีโทรออกธรรมดา เลขที่โทรออกจะถูกนำมาเติมลงในตัวแปร $LAST ด้วยอยู่แล้ว) ถ้าขึ้นต้นด้วยเลข 0 ซึ่งหมายถึงโทรออกทางไกลในประเทศ จะไปยังสถานะ 1 BUSY

และถ้าตัวแปร $CLASS น้อยกว่า 4 และตัวเลขที่อยู่ในตัวแปร $LAST ขึ้นต้นด้วย 100 ซึ่งหมายถึงโทรทางไกลต่างประเทศ จะไปยังสถานะ 1 BUSY